

Op1739

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    3 月 1 1 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 0 6 5 0 3 0  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 0 6 5 0 3 0 ]

出      願      人                      トヨタ自動車株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 4 年    1 月    7 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 1 0 9 3 6 9

【書類名】 特許願

【整理番号】 02-06079Z

【提出日】 平成15年 3月11日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01M 8/06  
H01M 8/12

【発明の名称】 排気系に燃料電池を有する内燃機関

【請求項の数】 10

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 鈴木 誠

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 大羽 孝宏

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100100549

【弁理士】

【氏名又は名称】 川口 嘉之

【選任した代理人】

【識別番号】 100090516

【弁理士】

【氏名又は名称】 松倉 秀実

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100098268

【弁理士】

【氏名又は名称】 永田 豊

【連絡先】 0 3 - 3 6 6 9 - 6 5 7 1

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100085006

【弁理士】

【氏名又は名称】 世良 和信

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100089244

【弁理士】

【氏名又は名称】 遠山 勉

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 192372

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 排気系に燃料電池を有する内燃機関

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関の排気通路に燃料極側が接続された燃料電池と、  
前記内燃機関の下流で且つ前記燃料電池の上流の排気通路内へ該燃料電池の発電用燃料を供給する燃料供給手段と、

前記燃料供給手段による燃料の供給量を制御する供給量制御手段と、  
を備えたことを特徴とする排気系に燃料電池を有する内燃機関。

【請求項 2】 前記供給量制御手段は、前記燃料電池の発電目標値に基づいて発電用燃料の量を制御することを特徴とする請求項 1 に記載の排気系に燃料電池を有する内燃機関。

【請求項 3】 前記燃料電池の発電に寄与する燃料量を検出する燃料量検出手段を更に備え、前記燃料量検出手段の検出結果に基づいて前記燃料電池に供給する発電用燃料を制御することを特徴とする請求項 2 に記載の排気系に燃料電池を有する内燃機関。

【請求項 4】 前記燃料電池の温度に関する要素の状態を検出する温度検出手段を更に備え、前記温度検出手段の検出結果に基づいて前記燃料電池に供給する発電用燃料を制御することを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の排気系に燃料電池を有する内燃機関。

【請求項 5】 燃焼装置を更に備え、前記燃料供給手段は、燃焼装置からの排気を排気通路へ供給することを特徴とする請求項 1 から 4 の何れかに記載の排気系に燃料電池を有する内燃機関。

【請求項 6】 前記供給量制御手段は、前記燃焼装置で燃焼させるガスの空燃比を変更することにより、燃料電池への燃料供給量を制御することを特徴とする請求項 5 に記載の排気系に燃料電池を有する内燃機関。

【請求項 7】 前記燃料電池の上流で且つ前記燃料供給手段の下流の排気通路に酸化能を有する触媒を備えたことを特徴とする請求項 1 から 6 の何れかに記載の排気系に燃料電池を有する内燃機関。

【請求項 8】 前記燃料電池よりも下流の排気通路に酸化能を有する触媒を備え

たことを特徴とする請求項 1 から 7 の何れかに記載の排気系に燃料電池を有する内燃機関。

【請求項 9】 前記酸化能を有する触媒に酸素を供給する酸素供給手段を備えたことを特徴とする請求項 8 に記載の排気系に燃料電池を有する内燃機関。

【請求項 10】 前記燃料電池よりも下流の排気通路に熱交換器を備えたことを特徴とする請求項 1 から 9 の何れかに記載の排気系に燃料電池を有する内燃機関。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、排気系に燃料電池を有する内燃機関に関する。

【0002】

【従来の技術】

排気系に燃料電池を備え、燃料過多の状態では内燃機関を運転させて排出された未燃成分を該燃料電池の燃料極側に発電用燃料として供給する技術（例えば、特許文献 1 参照）が知られている。

【0003】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 2 - 1 7 5 8 2 4 号公報（第 4 - 7 頁、図 1）

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、内燃機関の運転条件によっては、燃料過多の状態では運転することが困難な場合があり、そのような場合には、燃料電池に燃料を供給することができなくなる。また、このような場合に、燃料電池での発電を優先させて燃料過多の状態では内燃機関を運転させると、内燃機関の運転状態が悪化し、トルク変動やエミッションの悪化を誘発させてしまう。

【0005】

本発明は、上記したような問題に鑑みてなされたものであり、排気系に燃料電池を有する内燃機関において、内燃機関の運転条件によらず燃料電池に発電用燃

料を供給することができる技術を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

上記課題を達成するために本発明の排気系に燃料電池を有する内燃機関は、以下の手段を採用した。即ち、

内燃機関の排気通路に燃料極側が接続された燃料電池と、

前記内燃機関の下流で且つ前記燃料電池の上流の排気通路内へ該燃料電池の発電用燃料を供給する燃料供給手段と、

前記燃料供給手段による燃料の供給量を制御する供給量制御手段と、  
を備えたことを特徴とする。

【0007】

本発明の最大の特徴は、排気通路の途中で発電用燃料を供給する燃料供給手段を備えたことにより、内燃機関の運転条件によらず燃料電池に発電用燃料を供給することができる点にある。

【0008】

このように構成された排気系に燃料電池を有する内燃機関では、燃料供給手段を備えたことにより、内燃機関の運転状態によらず発電用燃料を燃料電池の燃料極側へ供給することが可能となる。また、供給量制御手段により発電用燃料の供給量が制御されるため、内燃機関の運転状態によらず、燃料電池に適正な量の発電用燃料を供給することが可能となる。一方、燃料電池での発電状態によらず内燃機関を運転させることが可能となる。

【0009】

本発明においては、前記供給量制御手段は、前記燃料電池の発電目標値に基づいて発電用燃料の量を制御することができる。

【0010】

内燃機関の運転状態によらず発電用燃料を供給することができるため、発電目標に基づいて燃料供給量を制御することが可能となる。これにより、燃料電池の発電目標を達成するために最適な量の燃料を燃料電池に供給することが可能となる。

**【0011】**

本発明においては、前記燃料電池の発電に寄与する燃料量を検出する燃料量検出手段を更に備え、前記燃料量検出手段の検出結果に基づいて前記燃料電池に供給する発電用燃料を制御することができる。

**【0012】**

実際に検出された燃料量に基づいて、供給燃料量のフィードバック制御が可能となり、燃料電池の発電目標を達成するために最適な量の燃料を燃料電池に供給することが可能となる。

**【0013】**

本発明においては、前記燃料電池の温度に関する要素の状態を検出する温度検出手段を更に備え、前記温度検出手段の検出結果に基づいて前記燃料電池に供給する発電用燃料を制御することができる。

**【0014】**

燃料電池には、発電をするために最適な温度があり、その温度のときに燃料を供給すると効率の良い発電を行うことが可能となる。また、燃料電池の温度が低いときには、燃料の供給量を減少させて、発電に寄与しないまま燃料が該燃料電池から排出されてしまうことを抑制することが可能となる。

**【0015】**

本発明においては、燃焼装置を更に備え、前記燃料供給手段は、燃焼装置からの排気を排気通路へ供給することができる。

**【0016】**

燃焼装置からの既燃ガスを燃料電池に供給することにより、燃料電池の温度を上昇させることが可能となり、機関始動時等であって、排気の温度及び燃料電池の温度が低い場合であっても、速やかに発電を開始することが可能となる。また、燃焼装置において燃料過多（リッチ）の状態で燃焼された既燃ガスを燃料電池に供給することにより、燃焼装置での未燃燃料を燃料電池の発電用燃料として供給することが可能となる。

**【0017】**

本発明においては、前記供給量制御手段は、前記燃焼装置で燃焼させるガスの

空燃比を変更することにより、燃料電池への燃料供給量を制御することができる。

#### 【0018】

燃焼装置で燃焼させるガスの空燃比を変更すると、燃焼装置からの排気中に含まれる未燃燃料の量が変わる。従って、燃焼装置における空燃比を変更することにより、燃料電池に供給する発電用燃料の量を変更することが可能となり、発電目標に応じた発電用燃料の供給が可能となる。

#### 【0019】

本発明においては、前記燃料電池の上流で且つ前記燃料供給手段の下流の排気通路に酸化能を有する触媒を備えることができる。

#### 【0020】

この触媒により、内燃機関からの未燃燃料及び燃料供給手段からの発電用燃料を酸化させ、そのときの反応熱により下流の燃料電池の温度を上昇させることが可能となる。従って、機関始動時等であって、排気の温度及び燃料電池の温度が低い場合であっても、速やかに発電を開始することが可能となる。また、触媒において酸素が反応し、排気中の酸素濃度が減少するので燃料電池の発電量を向上させることが可能となる。更に、発電用燃料を改質することが可能となり、燃料電池において燃料が容易に反応するため、供給燃料に対する発電効率を向上させることが可能となる。

#### 【0021】

本発明においては、前記燃料電池よりも下流の排気通路に酸化能を有する触媒を備えることができる。

#### 【0022】

この触媒により、発電に寄与しないまま燃料電池から排出された発電用燃料を酸化させることが可能となり、この燃料が大気中へ放出されてしまうことを抑制することが可能となる。

#### 【0023】

本発明においては、前記酸化能を有する触媒に酸素を供給する酸素供給手段を備えることができる。



## 【0024】

酸化能を有する触媒は、該触媒を通過する排気中の酸素濃度が高いほど、酸化能力が高くなるため、該触媒の上流より酸素を供給することにより酸化能を高めることが可能となる。なお、燃料電池の空気極から放出される酸素を供給するようにしても良い。

## 【0025】

本発明においては、前記燃料電池よりも下流の排気通路に熱交換器を備えることができる。

## 【0026】

高温で作動する燃料電池の燃料極側から排出されるガスの温度は高温であり、この熱を熱交換器により回収することが可能となる。これにより、システム効率を向上させることが可能となる。例えば、内燃機関の冷却水の温度を上昇させることにより、内燃機関の暖機を速やかに完了することが可能となる。

## 【0027】

## 【発明の実施の形態】

## &lt;第1の実施の形態&gt;

以下、本発明に係る内燃機関の具体的な実施態様について図面に基づいて説明する。ここでは、本発明に係る内燃機関を車両駆動用のディーゼル機関に適用した場合を例に挙げて説明する。

## 【0028】

図1は、本実施の形態によるエンジン1とその吸排気系の概略構成を示す図である。

## 【0029】

図1に示すエンジン1は、水冷式の4サイクル・ディーゼル機関である。

## 【0030】

エンジン1には、該エンジン1からの既燃ガスを大気中へ放出させるための排気通路2が接続されている。この排気通路2の途中には、燃料電池3が備えられている。この燃料電池3は、補機類4にバッテリー5を介して電氣的に接続されており、該補機類4に電力を供給する。なお、本実施の形態では、構造及び制御が

簡素で、また燃料電池用の触媒を必要とせず、燃料電池内部で燃料の改質が可能な固体酸化物型燃料電池（Solid Oxide Fuel Cell：以下、S O F Cとする。）を採用した。

#### 【0031】

S O F C 3は、燃料極3 a、電解質3 b、空気極3 cの三種類の酸化物電解質を備えて構成されている。

#### 【0032】

また、S O F C 3には該S O F C 3の空気極3 cに空気を送るための空気ポンプ6が空気供給通路7を介して接続されている。該空気ポンプ6は、バッテリー5から電力の供給を受けて作動し空気を吐出する。

#### 【0033】

S O F C 3とエンジン1との間の排気通路2には、導入管8を介して燃烧装置9の排気側が接続されている。この燃烧装置9の吸気側には、空気供給通路7を介して空気ポンプ6が接続されている。また、燃烧装置9は、該燃烧装置9に燃料を噴射する燃料噴射弁10を備えている。燃料噴射弁10は、燃料を圧送する燃料ポンプ11と接続されている。更に、燃烧装置9には、E C Uからの信号により電気火花を発生させる点火プラグ12が備えられている。

#### 【0034】

このように構成された燃烧装置9では、燃料が燃料ポンプ11から燃料噴射弁10に圧送される。そして、燃料噴射弁10に駆動電流が印加されると、燃料噴射弁10が開弁し、その結果、燃料噴射弁10から燃烧装置9内へ燃料が噴射される。この燃料は、空気ポンプ6により供給された空気と混合気を形成する。そして、点火プラグ12により電気火花が発生されると、前記混合気が着火され、燃烧装置9内で燃烧が行われる。その後、燃烧中のガス中に更に空気及び燃料を供給することにより、燃烧中のガスを着火源とした連続的な燃烧が可能となる。このように燃烧した既燃ガスは、導入管8を介して排気通路2中に導入される。

#### 【0035】

なお、本実施の形態においては、点火プラグ12に電気火花を発生させず、未燃烧の混合気をそのまま導入管8に排出させることもできる。

**【0036】**

このようにして、燃焼させ若しくは燃焼させないで排気通路 2 に導入されたガスは、S O F C 3 の発電用燃料として用いることができる。

**【0037】**

ここで、S O F C 3 に導入された発電用燃料は、燃料極 3 a 上で水蒸気と反応して水素 ( $H_2$ ) と一酸化炭素 ( $CO$ ) に改質される。このように、S O F C 3 では電池内で燃料の改質を行うことが可能である。一方、空気極 3 c には空気ポンプ 6 から空気が供給される。空気極 3 c では、空気中の酸素が電解質 3 b との界面において解離して酸素イオン ( $O^{2-}$ ) となり、電解質 3 b 中を燃料極 3 a 側へ移動する。電解質 3 b と燃料極 3 a との界面に到達した酸素イオン ( $O^{2-}$ ) は、水素 ( $H_2$ ) 及び一酸化炭素 ( $CO$ ) と反応して、水 ( $H_2O$ ) 及び二酸化炭素 ( $CO_2$ ) を生成する。S O F C 3 による発電は、このときに放出された電子を取り出すことによりなされる。このようにして、燃料の持つ化学エネルギーを直接電気エネルギーへ変換するため、エネルギー変換による損失が少なく、高効率な発電が可能となる。このような発電は、例えば 700 乃至 1000℃ の温度下で行われる。

**【0038】**

S O F C よりも下流の排気通路 2 の途中には、排気の空燃比に対応した信号を出力する空燃比センサ 15、及び排気の温度に対応した信号を出力する排気温度センサ 16 が取り付けられている。

**【0039】**

このようなエンジン 1 には、該エンジン 1 を制御するための電子制御ユニット (E C U : Electronic Control Unit) 13 が併設されている。この E C U 13 は、エンジン 1 の運転条件や運転者の要求に応じてエンジン 1 の運転状態を制御するユニットである。

**【0040】**

E C U 13 には、各種センサが電気配線を介して接続され、上記した各種センサの出力信号が E C U 13 に入力されるようになっている。また、E C U 13 には、S O F C 3 を制御するための F C 用 E C U 14 が接続されている。

## 【0041】

前記S O F C 3は、F C用E C U 1 4からの信号により作動する。発電により得られた電力の一部は一旦バッテリー5に蓄えられる。バッテリー5には、電動ウォーターポンプ、エアコンディショナー用電動コンプレッサ、電動オイルポンプ、パワーステアリング用電動ポンプ等の補機類4が電氣的に接続されており、これらの装置に電力が供給される。

## 【0042】

ところで、従来の排気系に燃料電池を有する内燃機関では、内燃機関の排気中に含まれる未燃燃料を燃料電池の発電用燃料として用いていた。従って、燃料電池が多くの発電用燃料を必要としている場合には、リッチ空燃比で内燃機関を運転して未燃燃料を多く排出させる必要があった。

## 【0043】

しかし、ディーゼルエンジンでは、通常リーン空燃比で運転されているため、排気中の酸素濃度が高く、必要電力を得ることが困難であった。

## 【0044】

一方、燃料電池に発電用の燃料を供給しようとして、内燃機関を通常運転時の空燃比よりも燃料を多くしたリッチ寄りの空燃比で運転させると、トルク変動やエミッションの悪化を誘発することがあった。

## 【0045】

更に、内燃機関の運転状態によっては、リッチ寄りの空燃比で運転することが困難な場合もあり、そのような場合には、必要となる電力を確保することができなかった。

## 【0046】

そして、従来では、エンジンを発電量燃料の改質器として用い、エンジンからの出力よりも燃料電池のから出力を得ることが主目的であった。それに伴い、燃料電池で発電を行うために、エンジンの運転状態を変更させていたので、エンジンから十分な動力を得ることが困難であった。しかし、エンジンと燃料電池とを比較すると、同じ質量、若しくは、同じ体積とした場合、燃料電池よりもエンジンから得られる出力のほうが大きくなる。従って、車両への搭載を考慮すると、

エンジンからの出力を主として用いたほうが、質量や大きさ等の面から有利である。

#### 【0047】

その点、本実施の形態では、エンジンの運転状態を変更することなく、前記燃焼装置 9 からの排気を発電用燃料として S O F C 3 に導入することができる。

#### 【0048】

S O F C 3 に導入される発電用の燃料量は、燃料噴射弁 10 から噴射される燃料量により調整することができる。即ち、空気ポンプ 6 から供給される空気の量は一定とすると、燃焼装置 9 内での混合気の空燃比は、燃料噴射弁 10 から噴射される燃料量により決まる。ここで、本実施の形態では、燃料噴射弁 10 を間欠的に開弁させ、このときの該燃料噴射弁 10 の開弁時間及び閉弁時間を調整することにより燃焼装置 9 内に供給される燃料量を調整している。即ち、開弁時間が長く、また、閉弁時間が短いほど混合気中の燃料濃度は高くなる。一方、開弁時間が短く、また、閉弁時間が長いほど混合気中の燃料濃度は低くなる。また、単位時間あたりに空気ポンプ 6 から燃焼装置 9 へ供給される空気量は、予め実験等により求めておくことができる。従って、燃料噴射弁 10 の開弁時間を調整することにより、燃焼装置 9 内の混合気の空燃比を調整することができる。

#### 【0049】

そして、燃焼装置 9 内における目標空燃比と、燃料噴射弁 10 の開弁時間若しくは閉弁時間と、の関係を予めマップ化しておき、そのマップへ目標空燃比を代入して燃料噴射弁 10 の開弁時間若しくは閉弁時間を得ることができる。

#### 【0050】

また、S O F C 3 での目標発電量と、燃料噴射弁 10 の開弁時間若しくは閉弁時間と、の関係を予めマップ化しておき、そのマップへ目標発電量を代入して燃料噴射弁 10 の開弁時間若しくは閉弁時間を得るようにしても良い。

#### 【0051】

ここで、S O F C 3 に燃料を供給する場合には、燃焼装置 9 内における混合気を燃料過剰の空燃比（リッチ空燃比）にて燃焼させる。このときに燃え残った炭化水素（HC）は、導入管 8 及び排気通路 2 を介して S O F C 3 に導入される。

このときに供給されるHCは、燃焼装置9内で高温のために改質され、S O F C 3内で反応し易いものとなっている。また、リッチ空燃比での燃焼時に発生する一酸化炭素(CO)もS O F C 3の燃料として作用する。更に、燃焼装置9内に水蒸気が存在していると、燃焼装置9内で燃料を燃焼させたときに水素(H<sub>2</sub>)が発生する。このH<sub>2</sub>も、S O F C 3の燃料として作用する。

#### 【0052】

なお、本実施の形態では、S O F C 3に発電用燃料を供給する場合には、混合気を燃焼させずそのまま燃焼装置9から排出させることもできる。これにより、燃料噴射弁10から噴射した燃料量が、S O F C 3に供給される燃料量と等しくなる。このようにして、発電用燃料を燃料噴射弁10からの燃料噴射により供給することができる。そして、要求される発電量と燃料噴射弁10の開弁時間若しくは閉弁時間を予め求めてマップ化しておけば、燃料噴射弁10の開弁時間若しくは弁時間を変更することにより、要求発電量を満たす発電を行うことが可能となる。

#### 【0053】

また、S O F C 3での発電は、前記したように、例えば700乃至1000℃の温度の下で行われる。従って、S O F C 3の温度が低い場合には、該S O F C 3の温度を上昇させる必要がある。ここで、ディーゼルエンジンは燃焼温度が低く排気の温度も低いために、エンジン1からの排気のみによりS O F C 3の温度を上昇させようとする、S O F C 3による発電可能な温度に達するまでに時間がかかってしまう。その点、本実施の形態においては、燃焼装置9において混合気を燃焼させた結果排出される温度の高いガスをS O F C 3に供給することができるので、S O F C 3の温度を速やかに上昇させることが可能となる。これにより、冷間状態から早期に発電を開始することが可能となる。ここで、S O F C 3の温度上昇を主目的とする場合には、燃焼装置9内の混合気がストイキとなるようにして燃焼させる。このような条件で燃焼させることにより、比較的温度の高いガスを発生させ、この温度の高いガスをS O F C 3に供給することができる。また、ストイキで燃焼させることにより、燃焼装置9から未燃成分が流出することを抑制することができる。

**【0054】**

また、燃料極 3a にエンジン 1 からの排気をも導入することができるので、排気の温度による SOFC 3 の温度上昇を行うことができ、また、エンジン 1 からの排気の一部を発電用燃料として用いることもできる。

**【0055】**

なお、本実施の形態においては、SOFC 3 よりも下流の排気通路 2 に取り付けられた空燃比センサ 15 の出力信号に基づいて、発電用燃料の量、即ち、燃料噴射弁 10 の開弁時間及び閉弁時間をフィードバック制御しても良い。

**【0056】**

即ち、空燃比センサ 15 の出力信号が、目標となる空燃比よりも高い場合には、燃料噴射弁 10 の開弁時間を長くし若しくは閉弁時間を短くし、一方、目標となる空燃比よりも低い場合には、燃料噴射弁 10 の開弁時間を短くし若しくは閉弁時間を長くする。

**【0057】**

同様に、本実施の形態においては、SOFC 3 よりも下流の排気通路 2 に取り付けられた排気温度センサ 16 の出力信号に基づいて、燃料噴射弁 10 の開弁時間及び閉弁時間をフィードバック制御しても良い。

**【0058】**

即ち、排気温度センサ 16 により、SOFC 3 が発電可能な温度まで上昇したか否か判定することができる。SOFC 3 が発電可能な温度まで上昇するまでは、燃烧装置 9 においてストイキの混合気を燃烧させ、SOFC 3 の温度上昇を行う。そして、SOFC 3 が発電可能な温度まで上昇した後は、燃烧装置 9 においてリッチ空燃比の混合気を燃烧させて、SOFC 3 で発電を行う。

**【0059】**

これにより、SOFC 3 の温度を発電効率の良い温度とすることができ、発電効率の低下を抑制することができる。また、SOFC 3 の冷間始動時には発電可能な温度まで速やかに上昇させることができる。

**【0060】**

以上説明したように、本実施の形態によれば、エンジン 1 の運転状態によらず

S O F C 3 に燃料を供給することができる。また、S O F C 3 を速やかに温度上昇させ、発電を早期に開始することができる。発電用燃料の供給量や S O F C 3 の温度は、夫々空燃比センサ 15 及び排気温度センサ 16 によるフィードバック制御を行うことができる。

#### <第 2 の実施の形態>

本実施の形態では、第 1 の実施の形態と比較して、導入管 8 と S O F C 3 との間の排気通路 2 に酸化触媒 17 を備えている点で相違する。なお、本実施の形態においては、適用対象となるエンジンやその他ハードウェアの基本構成については、第 1 の実施の形態と共通なので説明を割愛する。

#### 【0061】

図 2 は、本実施の形態によるエンジン 1 とその吸排気系の概略構成を示す図である。

#### 【0062】

燃焼装置 9 から酸化触媒 17 に未燃燃料成分を供給することにより、この未燃燃料が酸化触媒 17 で反応し、反応熱を発生させる。この熱により、排気の温度は上昇し、該排気が流入する S O F C 3 の温度が上昇される。これにより、S O F C 3 の温度が低い場合であっても、速やかに温度を上昇させることができる。また、酸化触媒 17 により未燃燃料の一部が改質され、この改質された燃料を S O F C 3 に供給することができる。この改質された燃料は、燃料極 3 a において反応し易いため、発電効率を向上させることができる。更には、酸化触媒 17 において酸素が反応するため、排気中の酸素濃度を減少させ、S O F C 3 の発電効率を向上させることができる。

#### 【0063】

なお、本実施の形態においては、燃焼装置 9 から排出される未燃燃料成分は、燃料過剰の混合気を燃焼させて得てもよく、また、燃料噴射弁 10 から噴射された燃料を燃焼させないまま排出させて得ても良い。

#### 【0064】

また、エンジン 1 がリッチ空燃比で運転されている場合には、燃焼装置 9 ではリーン空燃比で燃料を燃焼させてもよい。これにより、酸化触媒 18 に酸素を供



給してエンジン 1 からの未燃燃料を酸化させ、S O F C 3 に流入する未燃成分の量を調整するようにしても良い。

#### 【0065】

なお、酸化触媒 17 の温度を早期に温度上昇させるために、小型の触媒を採用するのが好適である。

#### <第3の実施の形態>

本実施の形態では、第2の実施の形態と比較して、S O F C 3 の下流の排気通路 2 に酸化触媒 18 を備えている点で相違する。なお、本実施の形態においては、適用対象となるエンジンやその他ハードウェアの基本構成については、第1の実施の形態と共通なので説明を割愛する。

#### 【0066】

図3は、本実施の形態によるエンジン 1 とその吸排気系の概略構成を示す図である。

#### 【0067】

ここで、空燃比センサ 15 若しくは排気温度センサ 16 が排気通路 2 に取り付けられている場合には、酸化触媒 18 において排気中の成分が変わりセンサ出力に影響するため、それらセンサの下流に酸化触媒 18 を備える。

#### 【0068】

ここで、S O F C 3 は、供給された発電用燃料の全てが反応するとは限らず、該 S O F C 3 で反応しないまま通過してしまう燃料もある。この燃料が大気中へ放出されてしまうと、エミッション性能が悪化することになる。その点、本実施の形態では、S O F C 3 の下流に酸化触媒 18 を備えることにより、S O F C 3 で反応しないまま排出された発電用燃料を酸化させ浄化することができる。

#### 【0069】

また、酸化触媒 18 は、S O F C 3 の下流に備えられているので、該 S O F C 3 からの熱により高い温度に維持され、安定した排気浄化を行うことができる。

#### <第4の実施の形態>

本実施の形態では、第3の実施の形態と比較して、空気極側から排出されるガス（カソードオフガス）を酸化触媒 18 に導入している点で相違する。なお、本

実施の形態においては、適用対象となるエンジンやその他ハードウェアの基本構成については、第1の実施の形態と共通なので説明を割愛する。

#### 【0070】

図4は、本実施の形態によるエンジン1とその吸排気系の概略構成を示す図である。

#### 【0071】

本実施の形態においては、空気極3cの出口側と前記S O F C 3下流の酸化触媒の上流を空気導入管19により接続し、空気極3cからの排気を酸化触媒に導入している。ここで、空燃比センサ15若しくは排気温度センサ16が排気通路2に取り付けられている場合には、酸化触媒18において排気中の成分が変わりセンサ出力に影響するため、それらセンサの下流に空気導入管19を接続する。

#### 【0072】

ここで、燃料極3aからの排気は、エンジン1の運転状態やS O F C 3の発電状態により、酸素濃度が低い場合がある。このように、酸素濃度が低い場合には、酸化触媒18の酸化能力が低くなり、未燃燃料の酸化が困難となる場合がある。このような場合に、エンジン1の運転状態やS O F C 3の運転状態を変更して酸化触媒18に酸素を供給しようとする、エンジン1から必要トルクを得られなくなる虞があり、また、目標発電量を達成できなくなる虞がある。

#### 【0073】

その点、本実施の形態によれば、空気極3cからの排気中に含まれる酸素を酸化触媒18に導入させることができ、酸化触媒18での酸素不足によるエミッション性能の悪化を抑制することができる。また、エンジン1及びS O F C 3の運転状態によらずに酸化触媒18に酸素を供給することができる。

#### 【0074】

なお、本実施の形態では、空気ポンプ6により供給される空気を酸化触媒18に導入しても良い。

#### <第5の実施の形態>

本実施の形態では、第4の実施の形態と比較して、酸化触媒18の下流に熱交

換器 20 を備えている点で相違する。なお、本実施の形態においては、適用対象となるエンジンやその他ハードウェアの基本構成については、第 1 の実施の形態と共通なので説明を割愛する。

#### 【0075】

図 5 は、本実施の形態によるエンジン 1 とその吸排気系の概略構成を示す図である。

#### 【0076】

酸化触媒 18 の下流の排気通路 2 に熱交換器 20 が備えられている。また、熱交換器 20 の上流側と下流側とは、熱交換器 20 を迂回させて排気を流通させる迂回通路 21 が接続されている。熱交換器 20 の下流側で迂回通路 21 が排気通路 2 に接続される接続部には、迂回通路 21 若しくは熱交換器 20 の何れかを選択して排気を流通させる三方弁 22 が備えられている。

#### 【0077】

熱交換器 20 には、冷却水が循環する冷却水通路 23 が接続され、該冷却水通路 23 は、ヒータコア 24 及びエンジン 1 に接続されている。

#### 【0078】

ここで、S O F C 3 の作動温度は高く、燃料極 3 a からは高い温度のガスが排出される。従って、S O F C 3 が発電を行っている間は、例えエンジン 1 から排出される排気の温度が低い場合であっても、S O F C 3 において温度が上昇され、該 S O F C 3 下流の排気の温度は高くなる。また、エンジン 1 からの排気の温度が高い場合であっても、熱交換器 20 が排気通路 2 に備えられているので、このエンジン 1 からの熱をも回収することができる。そして、エンジン 1 及び S O F C 3 からの排気の熱を 1 つの熱交換器 20 で回収することができるため、車両への搭載性を向上させることができる。更には、温度の高い排気を熱交換器 20 に流通させることができるので、熱交換器 20 を小型化しても十分な効果を得ることができる。

#### 【0079】

なお、本実施の形態では、熱交換器 20 にエンジン 1 の冷却水を循環させ、温度の高い排気と冷却水とで熱交換を行い、冷却水の温度を上昇させる。高温の排

気が熱交換器 20 に導入されると、該熱交換器 20 にて冷却水の温度が上昇される。冷却水通路 23 を介して、この温度が上昇した冷却水をヒータコア 24 に流通させることで、暖房性能の向上を図ることができる。また、エンジン 1 の始動時等でエンジン 1 の温度が低い場合には、エンジン 1 に高温の冷却水を循環させることにより、エンジン 1 の早期暖機が可能となる。

#### 【0080】

なお、冷却水温度が高くなりすぎるとエンジン 1 の冷却を十分に行うことができなくなり、所謂オーバーヒートが発生するので、冷却水温度が高くなりすぎる前に三方弁 22 を駆動させ、迂回通路 21 に排気を流通させる。また、排気温度センサ 16 を備えている場合には、該排気温度センサ 16 により検出される排気の温度が、予め定めておいた温度よりも高い場合に、迂回通路 21 に排気を流通させるようにしても良い。

#### <第 6 の実施の形態>

本実施の形態では、第 5 の実施の形態と比較して、熱交換器 20 において排気と空気とを熱交換している点で相違する。なお、本実施の形態においては、適用対象となるエンジンやその他ハードウェアの基本構成については、第 1 の実施の形態と共通なので説明を割愛する。

#### 【0081】

図 6 は、本実施の形態によるエンジン 1 とその吸排気系の概略構成を示す図である。

#### 【0082】

酸化触媒 18 の下流の排気通路 2 に熱交換器 20 が備えられている。また、熱交換器 20 の上流側と下流側とには、熱交換器 20 を迂回させて排気を流通させる迂回通路 21 が接続されている。熱交換器 20 の下流側で迂回通路 21 が排気通路 2 に接続される接続部には、迂回通路 21 若しくは熱交換器 20 の何れかを選択して排気を流通させる三方弁 22 が備えられている。

#### 【0083】

熱交換器 20 の入口側は、空気供給通路 7 を介して空気ポンプ 6 に接続されている。一方、熱交換器 20 の出口側は、空気供給通路 7 を介して燃料電池 3 の空

気極 3 c の入口側に接続されている。また、熱交換器 20 の出口側に接続された空気供給通路 7 は、途中で分岐し、熱交換器 25 を介して燃焼装置 9 に接続されている。

#### 【0084】

ここで、S O F C 3 の作動温度は高く、燃料極 3 a 側からは高い温度のガスが排出される。従って、S O F C 3 が発電を行っている間は、例えエンジン 1 から排出される排気の温度が低い場合であっても、S O F C 3 において温度が上昇され、その下流の排気の温度は高くなる。本実施の形態では、この温度の高い排気と空気ポンプ 6 から吐出された空気とで熱交換を行い、S O F C 3 及び燃焼装置 9 に供給する空気の温度を上昇させる。

#### 【0085】

このような構成では、高温の排気が熱交換器 20 に導入されると、該熱交換器 20 にて空気の温度が上昇される。この温度が上昇した空気を S O F C 3 の空気極 3 c に導入させることにより、S O F C 3 の温度低下を抑制しつつ空気を供給することができ、その結果、発電効率を向上させることができる。

#### 【0086】

さらに、温度の高い空気を燃焼装置 9 に供給することで、燃焼装置 9 内の燃料の蒸発を促進し、燃焼装置 9 での燃焼状態を安定させることができる。ところで、燃焼装置 9 に供給する空気の温度は、高くなりすぎると酸素濃度を低下させてしまう。その点、本実施の形態では、熱交換器 25 において高温の空気と冷却水との間で熱交換をし、空気の温度を低下させた後に燃焼装置 9 に供給するようにしている。これにより、燃焼装置 9 での燃焼状態を安定させることができる。また、燃焼装置 9 で混合気を燃焼させないまま排出させる場合には、燃料を蒸発させ S O F C 3 で容易に反応させることができる。

#### 【0087】

##### 【発明の効果】

本発明に係る排気系に燃料電池を有する内燃機関では、内燃機関の運転状態によらず、燃料電池に発電用燃料を供給することができる。また、燃料電池に供給する発電用燃料の量を内燃機関の運転状態によらず増減させることができ、要求

発電量に応じた量の燃料を供給することができる。更に、燃烧装置からの排気を燃料電池に導入することにより、燃料電池を速やかに温度上昇させ、早期に発電を開始することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 第 1 の実施の形態によるエンジンとその吸排気系の概略構成を示す図である。

【図 2】 第 2 の実施の形態によるエンジンとその吸排気系の概略構成を示す図である。

【図 3】 第 3 の実施の形態によるエンジンとその吸排気系の概略構成を示す図である。

【図 4】 第 4 の実施の形態によるエンジンとその吸排気系の概略構成を示す図である。

【図 5】 第 5 の実施の形態によるエンジンとその吸排気系の概略構成を示す図である。

【図 6】 第 6 の実施の形態によるエンジンとその吸排気系の概略構成を示す図である。

【符号の説明】

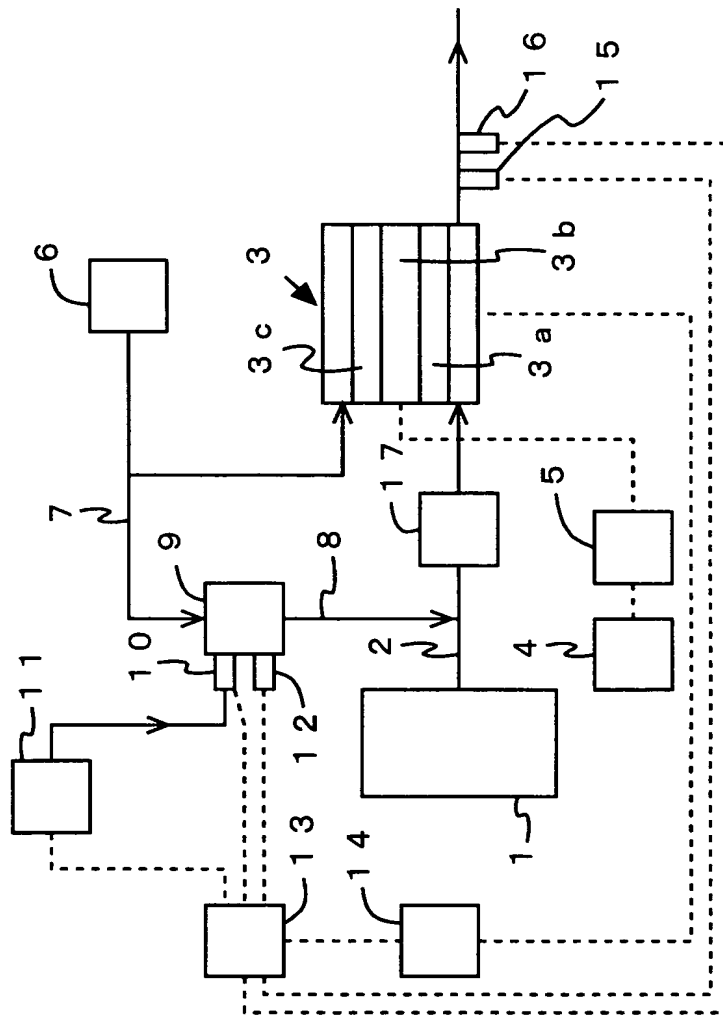
- 1 エンジン
- 2 排気通路
- 3 燃料電池
  - 3 a 燃料極
  - 3 b 電解質
  - 3 c 空気極
- 4 補機類
- 5 バッテリ
- 6 空気ポンプ
- 7 空気供給通路
- 8 導入管
- 9 燃烧装置

- 1 0 燃料噴射弁
- 1 1 燃料ポンプ
- 1 2 点火プラグ
- 1 3 E C U
- 1 4 F C 用 E C U
- 1 5 空燃比センサ
- 1 6 排気温度センサ
- 1 7 酸化触媒
- 1 8 酸化触媒
- 1 9 空気導入管
- 2 0 熱交換器
- 2 1 迂回通路
- 2 2 三方弁
- 2 3 冷却水通路
- 2 4 ヒータコア
- 2 5 熱交換器

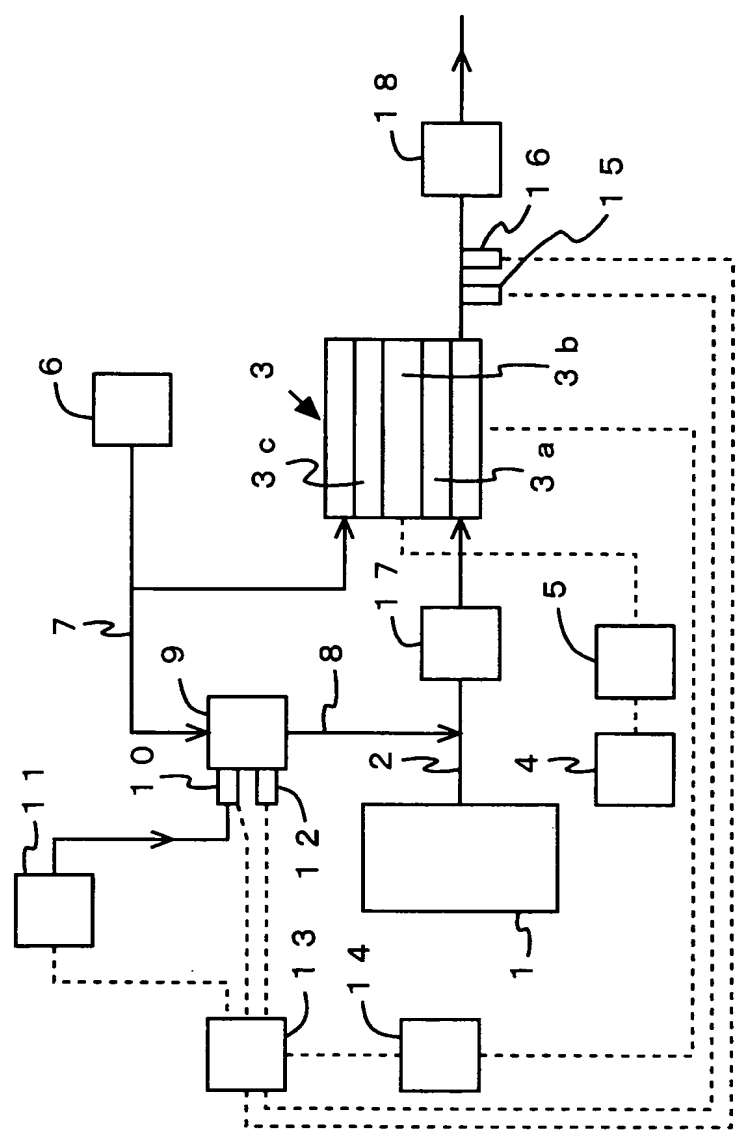




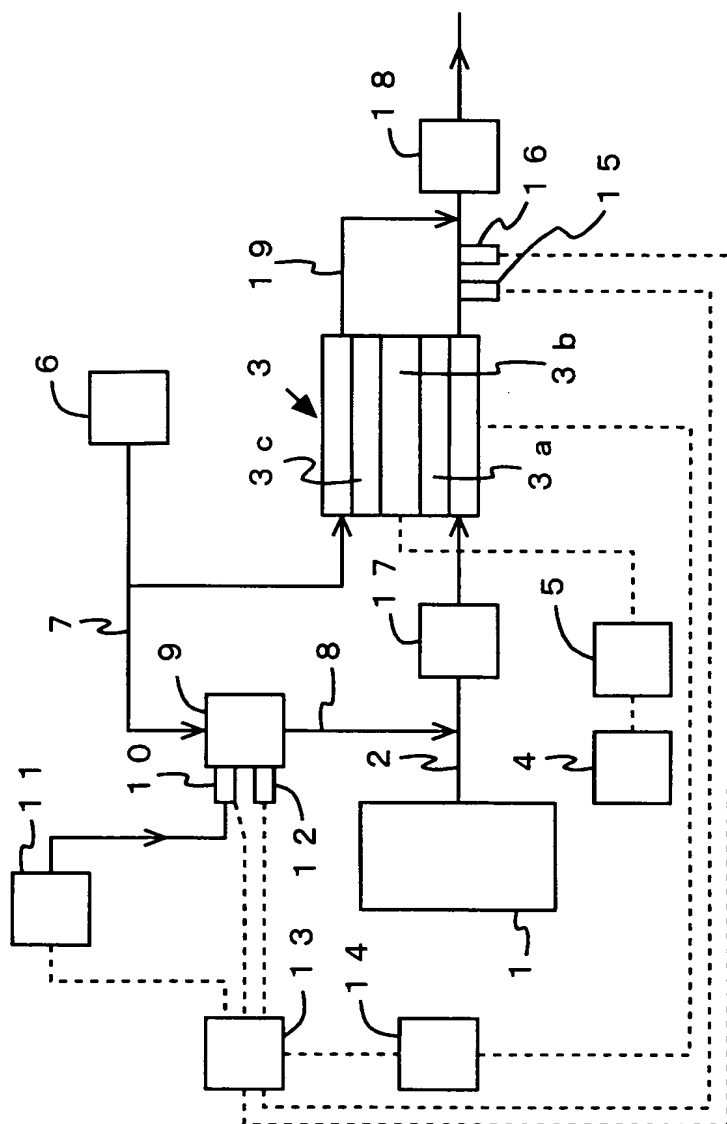
【図 2】



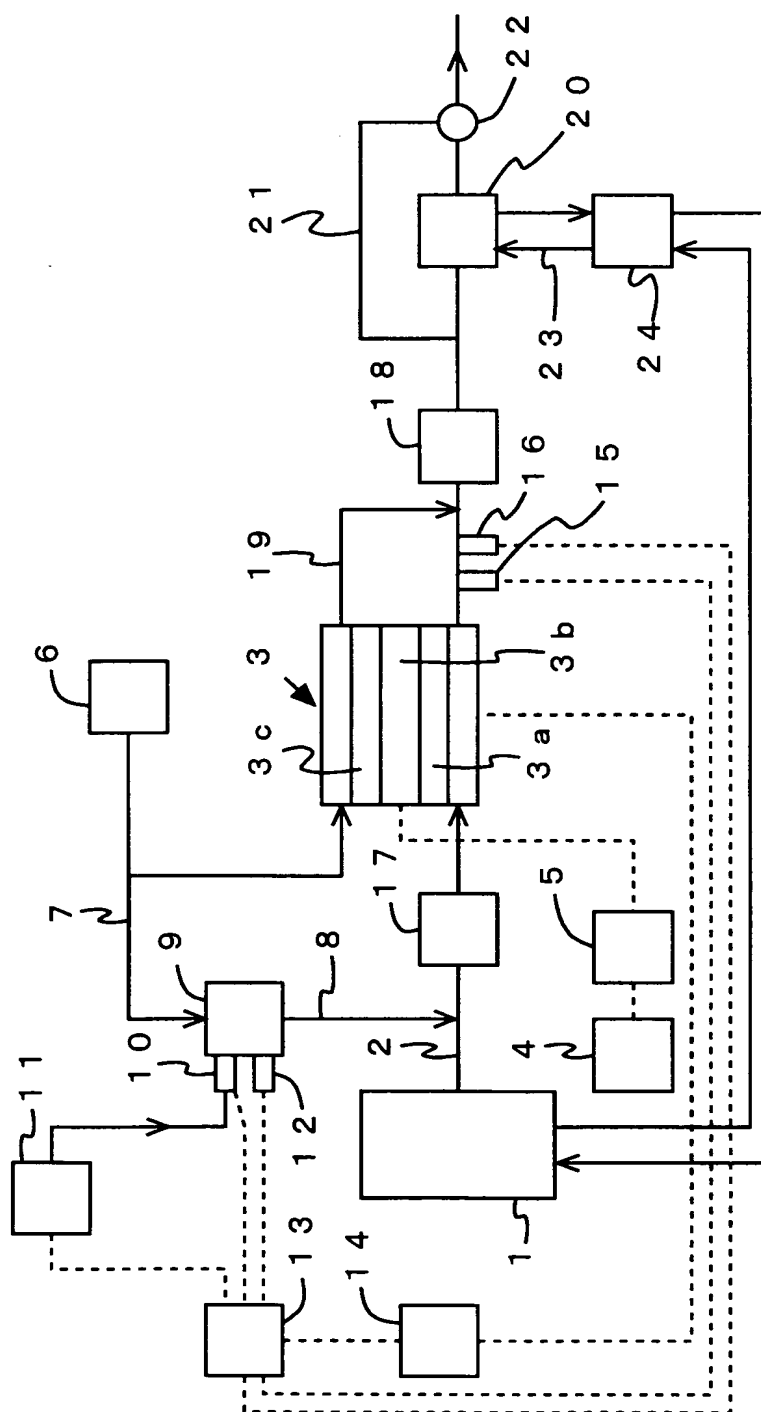
【図 3】



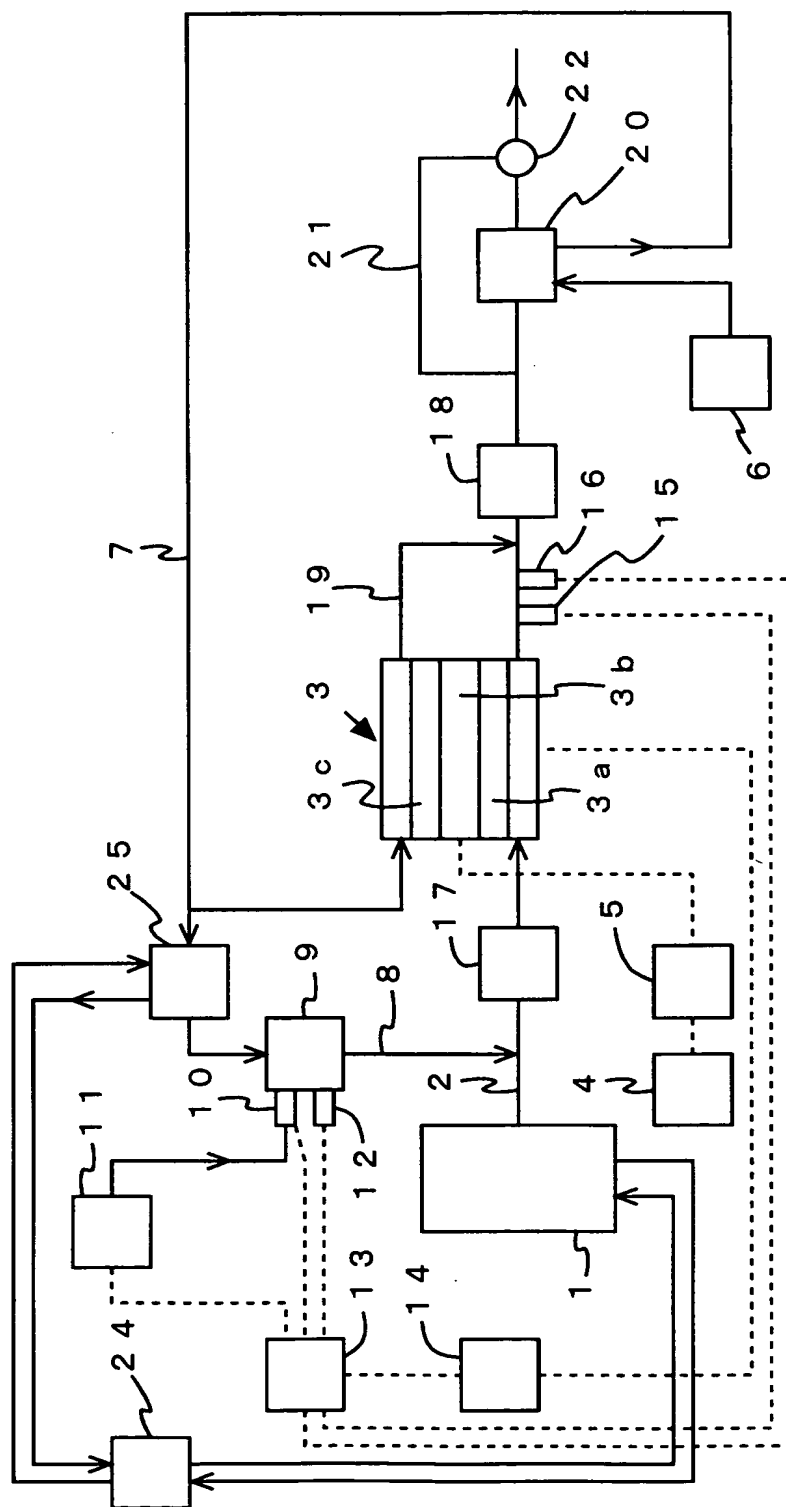
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 排気系に燃料電池を有する内燃機関において、内燃機関の運転条件によらず燃料電池に発電用燃料を供給することができる技術を提供する。

【解決手段】 内燃機関 1 の排気通路 2 に燃料極 3 a 側が接続された燃料電池 3 と、内燃機関 1 の下流で且つ前記燃料電池 3 の上流の排気通路 2 内へ該燃料電池 3 の発電用燃料を供給する燃料供給手段 10 と、燃料供給手段 10 による燃料の供給量を制御する供給量制御手段 13 と、を備えた。このような構成により、内燃機関 1 の運転条件によらずに、燃料供給手段 10 により燃料電池 3 に発電用燃料を供給し、発電することが可能となる。

【選択図】 図 1



特願 2 0 0 3 - 0 6 5 0 3 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 2 0 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町1番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社